

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) **Юнаков Л. П.**
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Композитные конструкции в ракетно-космической технике
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И _____
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Андрюшкин Александр Юрьевич, к.т.н., заведующий кафедрой

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андрюшкин А.Ю., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андрюшкин А.Ю., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-4.1 — способность разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4.1

знания:

терминология сварки и пайки; классификация способов сварки и пайки; строение сварного и паяного соединения; основы проектирования сварных и паяных соединений; тепловые основы пайки и сварки; металлургические основы пайки и сварки; классификация материалов по свариваемости;

способы контроля сварных и паяных соединений;

влияние структуры и состава материала на его свариваемость; процесс распространения тепла в сварном и паяном соединении; процесс кристаллизации металла сварного или паянного шва; процесс возникновения и распределения деформаций и напряжений в сварном или паянном соединении.;

умения:

применение сварки и пайки при проектировании неразъемных соединений; применение методов расчета сварных и паяных соединений; применение методов контроля сварных и паяных соединений;

осуществлять выбор материалов для сварки и пайки; анализировать свойства сварных и паянных соединений; оценивать эффективность применения сварки и пайки в изделии; осуществлять выбор способа сварки и пайки.;

навыки:

выбор материала и способа сварки или пайки; расчет сварного или паянного соединения на прочность; выбор метода контроля сварного или паянного соединения.;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ** является дисциплиной **части**, формируемой участниками образовательных отношений блока 1, программы подготовки по направлению 24.03.01 *Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ФИЗИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕРМОДИНАМИКА, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ, ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ, КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАНОСТРУКТУРНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И ДЕФЕКТОСКОПИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ, ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, СБОРКА И ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, СОЕДИНЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПСК-4.1 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники
- ПСК-4.5 — Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.1
3	6	Раздел 1. Основы сварки 1. 1. Общие сведения. 1.1. Исторический очерк. 1.2. Характеристики свариваемых материалов. 1.3. Терминология сварки. 1.4. Преимущества и недостатки сварки. 2. Классификация и виды сварочных процессов. 2.1. Физическая сущность процесса сварки. 2.2. Классификация способов сварки. 2.3. Виды способов сварки.	7	4	2	2	3	10
3	6	Раздел 2. Основы сварки 2. 3. Электроконтактная сварка. 3.1. Физическая сущность процесса электроконтактной сварки. 3.2. Виды электроконтактной сварки. 3.3. Машины для электроконтактной сварки. 3.4. Требования к свариваемым деталям. 3.5. Преимущества и недостатки электроконтактной сварки.	11	7	2	5	4	10
3	6	Раздел 3. Основы сварки 3. 4. Дуговая сварка. 4.1. Физическая сущность дуги. 4.2. Требования к свариваемым деталям. 4.3. Классификация дуговой сварки. 4.4. Роль и виды защитных сред. 4.5. Источники питания дуговой сварки. 4.6. Аппараты (механизмы) для автоматической сварки. 4.7. Особые виды дуговой сварки.	13	9	4	5	4	10
3	6	Раздел 4. Основы сварки 4. 5. Тепловые основы сварки. 5.1. Тепловая мощность дуги. 5.2. Нагрев электрода проходящим током. 5.3. Теория распространения тепла в изделии от сварочного источника. 5.4. Температурное поле и термический цикл сварки. 5.5. Влияние нагрева на свойства сварных соединений. 6. Металлургические процессы при сварке. 6.1. Особенности протекания металлургических процессов при сварке. 6.2. Направление и скорость роста кристаллов в сварочной ванне. 6.3. Поведение химических элементов при сварке. 6.4. Микро- и макроструктура шва. 6.5. Поры и включения в сварных швах.	12	8	3	5	4	10
3	6	Раздел 5. Основы сварки 5. 7. Сварочные деформации и напряжения. 7.1. Причины появления сварочных напряжений и деформаций. 7.2. Методы расчета напряжений и деформаций. 7.3. Допущения при расчете деформаций и напряжений графо-аналитическим методом. 7.4. Поведение элементарных объемов при термическом цикле. 7.5. Деформации и напряжения в сварных соединениях. 7.6. Влияние сварочных деформаций и напряжений на качество сварных конструкций. 7.7. Методы уменьшения сварочных деформаций и напряжений.	12	8	4	4	4	10
3	6	Раздел 6. Технология сварки 1. 8. Сварка конструкционных (углеродистых и низколегированных) сталей. 8.1. Основные особенности при сварке. 8.2. «Холодные» трещины. 8.3. Свариваемость и методы ее определения. 8.4. Способы сварки. 8.5. Сварка высокопрочных сталей. 9. Сварка высоколегированных сталей. 9.1. Основные особенности при сварке. 9.2. Сварка аустенитных сталей. 9.3. Сварка ферритных сталей.	6	3	3	0	3	10
3	6	Раздел 7. Технология сварки 2. 10. Сварка алюминиевых сплавов. 10.1. Классификация сплавов по свариваемости. 10.2. Основные трудности при сварке. 10.3. Способы сварки алюминиевых сплавов. 11. Сварка титановых сплавов. 11.1. Классификация сплавов по свариваемости. 11.2. Основные трудности при сварке. 11.3. Способы сварки титановых сплавов.	6	3	3	0	3	10
3	6	Раздел 8. Технология сварки 3. 12. Сварка медных сплавов. 12.1. Классификация медных сплавов. 12.2. Основные трудности при сварке. 12.3. Способы сварки медных сплавов. 13. Сварка разнородных металлов и сплавов. 13.1. Особенности и трудности при сварке. 13.2. Варианты и технологические приемы сварки плавлением. 13.3. Технологические рекомендации.	5	2	2	0	3	10
3	6	Раздел 9. Технология сварки 4. 14. Дефекты в сварных соединениях и контроль качества. 14.1. Классификация и виды дефектов. 14.2. Этапы борьбы с дефектами. 14.3. Причины возникновения дефектов. 14.4. Методы обнаружения дефектов - контроль сварных соединений. 14.5. Методы исправления дефектов – ремонт сварных соединений.	12	8	4	4	4	10
3	6	Раздел 10. Пайка 1. 15. Способы пайки 15.1. Процесс формирования паяного соединения 15.2. Капиллярная пайка 15.3. Контактно-реактивная пайка 15.4. Диффузионная пайка 15.5. Некапиллярная пайка 15.6. Композиционная пайка.	13	9	4	5	4	5
3	6	Раздел 11. Пайка 2. 16. Припой, флюсы и газовые среды 16.1. Припой на медной основе 16.2. Припой, содержащие драгоценные металлы 16.3. Жаропрочные и коррозионностойкие припои 16.4. Флюсы для высокотемпературной пайки 16.5. Флюсы для низкотемпературной пайки 16.6. Газовые среды, используемые при пайке 16.6. Пайка в вакууме.	11	7	3	4	4	5
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы сварки 1.	Техника безопасности. 1) Факторы, воздействующие на здоровье сварщика и причины несчастных случаев. Меры по их предупреждению и первая помощь. 2) Ознакомление с оборудованием сварочной лаборатории	2

2	Раздел 2. Основы сварки 2.	Ручная дуговая сварка (плавящимся электродом с обмазкой). 1) Практическое ознакомление с источниками питания сварочной дуги постоянного и переменного тока и построение внешних вольт-амперных характеристик источников; 2) Ознакомление с марками электродов для ручной дуговой сварки и определение важнейших технологических показателей плавления электрода	5
3	Раздел 3. Основы сварки 3.	Электрическая контактная сварка. 1) Практическое ознакомление с устройством и принципом действия машин для электрической контактной сварки; 2) Ознакомление с технологией и режимами при выполнении сварного соединения.	5
4	Раздел 4. Основы сварки 4.	Электродуговая сварка в среде защитных газов. Тепловые основы сварки. 1) практическое ознакомление с различными видами дуговой сварки в среде защитных газов; 2) определение термического цикла заданной точки зоны термического влияния (ЗТВ) и температурного поля поперек сварного шва;	5
5	Раздел 5. Основы сварки 5.	Деформации и напряжения в сварных соединениях. 1) дать наглядное представление о механизме возникновения деформаций и напряжений в конструкции при сварке; 2) ознакомиться с приближенным методом расчета общих сварочных деформаций простейших элементов конструкции; 3) проверить опытным путем результаты расчета деформаций во время и после сварки балки; 4) практическое ознакомление с дуговой сваркой под слоем флюса	4
6	Раздел 9. Технология сварки 4.	Свариваемость и контроль качества сварных соединений. 1) получение наглядного представления о свариваемости сталей, методах ее расчета и экспериментального определения; 2) ознакомление и приобретение навыков по определению качества сварного соединения при внешнем осмотре и обмере сварных швов, герметичности, а также по дешифровке рентгенограмм сварных соединений.	4
7	Раздел 10. Пайка 1.	Паяное соединение. 1) Практическое ознакомление с материалами для пайки; 2) Ознакомление с паяным соединением и определение технологических параметров пайки	5
8	Раздел 11. Пайка 2.	Припой и флюсы 1. Ознакомление со свойствами припоев и их применением 2. Ознакомление со свойствами флюсов и их применением	4
Всего за 6 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы сварки 1.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	3
2	Раздел 2. Основы сварки 2.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	4
3	Раздел 3. Основы сварки 3.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	4
4	Раздел 4. Основы сварки 4.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	4
5	Раздел 5. Основы сварки 5.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	4
6	Раздел 6. Технология сварки 1.	1) Подготовка к лекции.	3
7	Раздел 7. Технология сварки 2.	1) Подготовка к лекции.	3
8	Раздел 8. Технология	1) Подготовка к лекции.	3

	сварки 3.		
9	Раздел 9. Технология сварки 4.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	4
10	Раздел 10. Пайка 1.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	4
11	Раздел 11. Пайка 2.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	4
Всего за 6 семестр			40

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР			Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Колл – коллоквиум;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Аллас. . Лазерная пайка в производстве радиоэлектронной аппаратуры. СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2007, эл. рес.
2. А. Ю. Андриюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 66 экз.
3. С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 135 экз.
4. С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 270 экз.
5. С. Б. Шаханов. . Теория и технология сварочного производства. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 133 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Деформация и разрушение материалов;
3. Металловедение и термическая обработка металлов.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Плакаты, образцы сварных изделий;
2. Сварочный стенд для сварки под флюсом;
3. Стенд для сварки в среде защитных газов;
4. Установка для ручной дуговой сварки;
5. Установки для контактной сварки.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-4.1 способность разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с производством и испытанием сварных и паяных конструкций, технологией сварки, резки и пайки.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основы сварки 1.		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1)	3
Итого по разделу 1		3
Раздел 2. Основы сварки 2.		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2) С. Б. Шаханов. . Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Основы сварки 3.		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (3) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (3) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2)	4
Итого по разделу 3		4
Раздел 4. Основы сварки 4.		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3)	С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев.	4

Проведение расчетов, построение графиков схем.	. Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (4)	
Итого по разделу 4		4
Раздел 5. Основы сварки 5.		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (4) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (5)	4
Итого по разделу 5		4
Раздел 6. Технология сварки 1.		
1) Подготовка к лекции.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (6) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (6)	3
Итого по разделу 6		3
Раздел 7. Технология сварки 2.		
1) Подготовка к лекции.	С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (7) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (7)	3
Итого по разделу 7		3
Раздел 8. Технология сварки 3.		
1) Подготовка к лекции.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (8) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (8)	3
Итого по разделу 8		3
Раздел 9. Технология сварки 4.		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (9) С. Б. Шаханов. . Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (5) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (9)	4
Итого по разделу 9		4
Раздел 10. Пайка 1.		
1) Подготовка к лекции. 2)	А. А. Аллас. . Лазерная пайка в производстве	4

Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	радиоэлектронной аппаратуры: СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2007 (1,2,3) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (10)	
Итого по разделу 10		4
Раздел 11. Пайка 2.		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению практического занятия. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем.	А. А. Аллас. . Лазерная пайка в производстве радиоэлектронной аппаратуры: СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2007 (4,5,6) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (11)	4
Итого по разделу 11		4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практической работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если отчет оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями и студент отвечает на поставленные вопросы, преподаватель принимает практическую работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации

Коллоквиум

На коллоквиуме студенту предлагается тест из 10 вопросов. Тест считается пройденным успешно, если студент правильно ответил на 7 (или более) из 10 предложенных вопросов. Перечень вопросов приведен в УМК дисциплины

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет ставится при условии сдачи всех практических работ и коллоквиума.

Дифференцированный зачет проходит в форме ответов на вопросы при собеседовании с преподавателем.

Критерий оценивания ответов студента:

- менее 60% правильных ответов - оценка "не зачтено";
- не менее 60% правильных ответов - оценка "удовлетворительно";
- не менее 80% правильных ответов - оценка "хорошо";
- не менее 90% правильных ответов - оценка "отлично".

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.1	
3	6	Раздел 1. Основы сварки 1.	7	4	2	2	3	10	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 2. Основы сварки 2.	11	7	2	5	4	10	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 3. Основы сварки 3.	13	9	4	5	4	10	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 4. Основы сварки 4.	12	8	3	5	4	10	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 5. Основы сварки 5.	12	8	4	4	4	10	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 6. Технология сварки 1.	6	3	3	0	3	10	Коллоквиум
3	6	Раздел 7. Технология сварки 2.	6	3	3	0	3	10	Коллоквиум
3	6	Раздел 8. Технология сварки 3.	5	2	2	0	3	10	Коллоквиум
3	6	Раздел 9. Технология сварки 4.	12	8	4	4	4	10	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 10. Пайка 1.	13	9	4	5	4	5	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 11. Пайка 2.	11	7	3	4	4	5	Отчет по практическому заданию
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	

Критерии оценивания

ПСК-4.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Что такое сварка?
 - № 2 Четыре вида сварных соединений?
 - № 3 В чем заключается физическая сущность получения сварного соединения «холодной» сваркой?
 - № 4 Чем отличается сварочная дуга прямого действия от сварочной дуги косвенного действия?
 - № 5 Функции покрытия на электроде для ручной сварки?
 - № 6 Какие пассивные (инертные) защитные газы используются при сварке?
 - № 7 Какие активные защитные газы используются при сварке?
 - № 8 Что такое температурное поле?
 - № 9 Что такое температурный (термический) цикл?
 - № 10 Статическая вольт-амперная характеристика дуги это?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 При каких методах контактной сварки сварной шов имеет дендритное строение?
 - При шовной сварке
 - При контактной стыковой сварке оплавлением
 - При роликовой сварке.
 - № 2 При контактной стыковой сварке сопротивлением Какие материалы можно использовать в качестве неплавящихся электродов?
 - Вольфрам, молибден, графит
 - Сталь, медь, вольфрам
 - Сталь, алюминий, медь..
 - № 3 Молибден, алюминий, медь. Из каких основных областей состоит дуговой разряд (сварочная дуга)?
 - Из катодной и анодной областей, а также столба дуги
 - Из катодной и анодной областей, а также межэлектродного промежутка
 - Из межэлектродного промежутка, катодного и анодного пятен.
 - № 4 Из столба дуги, катодного и анодного пятен Что относится к основным параметрам сварного шва?
 - Ширина шва и глубина проплавления металла.
 - Длина и ширина сварочной ванны.
 - Усиление шва и угол скоса кромок.
 - № 5 Длина сварочной ванны и усиление шва В чем причины образования холодных трещин при сварке сталей?
 - Мартенситные превращения, сварочные напряжения, избыточный водород
 - Перегрев металла, сварочные напряжения, избыточный водород.
 - Мартенситные превращения, образование шлаковых включений, сварочные напряжения.
 - Перегрев металла, образование шлаковых включений

- № 6 Для каких металлов азот может считаться защитным газом?
- Для медных сплавов
 - Для сталей
 - Для алюминиевых сплавов.
- № 7 Для титановых сплавов
Какой газ, растворенный в алюминии, прежде всего приводит к пористости металла шва?
- Водород
 - кислород
 - азот
- № 8 углекислый газ
Условие герметичности сварного шва при роликовой (шовной) сварке?
- перекрытие сварных точек (ядер) на 1/3
 - перекрытие сварных точек (ядер) на 1/5
 - перекрытие сварных точек (ядер) на 1/10
 - перекрытие сварных точек (ядер) на 1/2
- № 9 В чем принципиальные трудности образования сварных соединений?
- В наличии микронеровностей, загрязнений на поверхности свариваемых деталей
 - В появлении напряжений и деформаций в процессе сварки
 - В световом и тепловом воздействии на сварщика во время сварки.
- № 10 В подготовке свариваемых кромок к сварке
Холодные трещины образуются после сварки в течение?
- 48 часов
 - 24 часов
 - 12 часов
 - 60 часов